

# “El ojo sabe”: imágenes hiperespectrales

Luciana L. Iacono

*Hospital de Clínicas José de San Martín, Buenos Aires, Argentina.*

---

**Recibido:** 24 de abril de 2023.

**Aceptado:** 19 de mayo de 2023.

## **Autor corresponsal**

Dra. Luciana L. Iacono

Córdoba 2351

(C1028) Buenos Aires, Argentina.

+54 11 5950-8000

lucianaliacono@gmail.com

**Oftalmol Clin Exp** (ISSNe 1851-2658)

2023; 16(2): e94-e98.

## **Agradecimientos**

A la Dra. Andrea Barral, por establecer los contactos que me han permitido conocer este nuevo desarrollo tecnológico.

Al ingeniero Denis Hellebuyck, CEO de la empresa Mantis Photonics (Lund, Suecia), por facilitar la información del producto.

## **Resumen**

Como médicos oftalmólogos sabemos que el ojo, además de formar parte del sistema visual, es un órgano donde se pueden expresar múltiples patologías sistémicas tanto en sus etapas iniciales como en su evolución. Pero nuevas tecnologías con las que se pueden obtener y relacionar gran cantidad de datos pretenden realizar diagnósticos a partir del ojo en etapas mucho más tempranas. Las actividades de investigación nos muestran ese futuro, como es el caso de las imágenes hiperespectrales. Actualmente están en desarrollo unos dispositivos que pueden conseguir imágenes hiperespectrales de la retina mediante la cual se podrían detectar estadios precoces de patologías oculares, cardiovasculares y enfermedades neurodegenerativas.

**Palabras clave:** imágenes hiperespectrales, retina, neurodegeneración, enfermedad de Alzheimer.

## **“The eye knows”: hyperspectral images**

### **Abstract**

As ophthalmologists we know that the eye, besides being part of the visual system, is an organ where multiple systemic pathologies can be expressed both in their initial stages and in their evolution. But new technologies, with which a large amount of data can be get and related, aim to make diagnoses from the eye at much earlier stages. Research activities are showing us this future, as in the case of hyperspectral imaging. Currently under development are devices that can get hyperspectral images of the retina by means of which early stages of ocular, cardiovascular and neurodegenerative diseases could be detected.

**Keywords:** hyperspectral imaging, retina, neurodegeneration, Alzheimer's disease.

## “O olho sabe”: imagens hiperespectrais

### Resumo

Como oftalmologistas sabemos que o olho, além de fazer parte do sistema visual, é um órgão onde múltiplas patologias sistêmicas podem se manifestar tanto em seus estágios iniciais quanto em sua evolução. Mas novas tecnologias com as quais grandes quantidades de dados podem ser obtidas e relacionadas visam fazer diagnósticos do olho em estágios muito anteriores. As atividades de pesquisa nos mostram esse futuro, como é o caso das imagens hiperespectrais. Atualmente, estão sendo desenvolvidos dispositivos que podem obter imagens hiperespectrais da retina, através das quais podem ser detectados estágios iniciais de patologias oculares, cardiovasculares e doenças neurodegenerativas.

**Palavras-chave:** imagens hiperespectrais, retina, neurodegeneração, doença de Alzheimer.

Que “la retina es la ventana al sistema nervioso central” ya lo hemos escuchado más de una vez, pero que “el ojo es la ventana al envejecimiento” podría considerarse una nueva y próxima realidad que ahora nos muestran las imágenes hiperespectrales.

### ¿Qué son las imágenes hiperespectrales?

El espectro de información obtenida clásicamente a partir de las imágenes digitales de la retina es limitada, ya que solo se registra la luz monocromática o tricromática (roja, verde, azul) reflejada por las estructuras retinales<sup>1</sup>. La tecnología de imágenes hiperespectrales tiene el potencial de superar los cambios en la reflectancia retinal y la absorbanza de la luz que ocurren durante el desarrollo de diversas enfermedades oculares, al producir una imagen que captura información de múltiples longitudes de onda y genera un cubo hiperespectral de cuatro dimensiones: dos dimensiones para datos espaciales ortogonales, una tercera para bandas de longitud de onda y finalmente, una para sus correspondientes intensidades de absorbanza/reflectancia en cada longitud de onda<sup>1-2</sup>. Las imágenes hiperespectrales recopilan datos de decenas a cientos de bandas de longitud de onda estre-

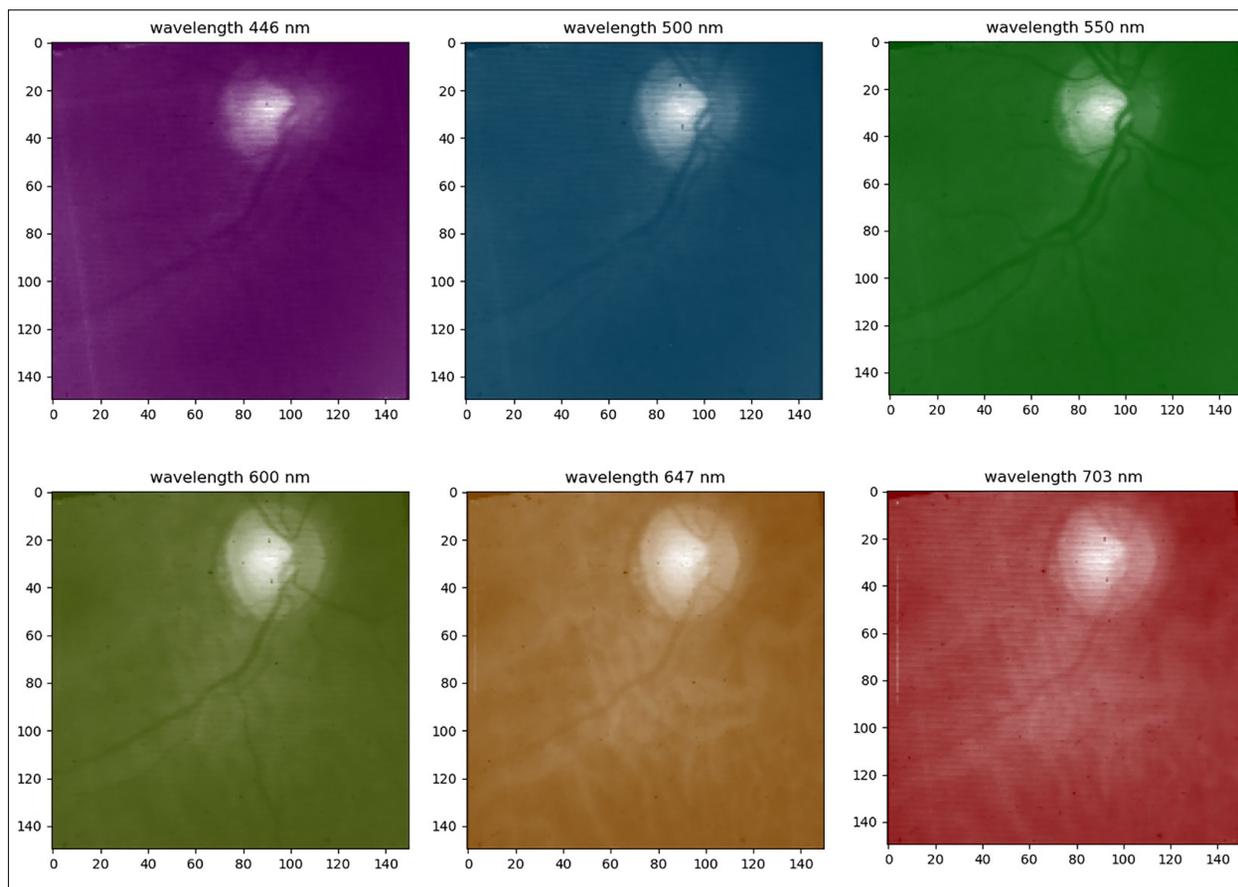
cha, mientras que las imágenes multiespectrales se refieren a datos de 3 a 10 bandas más anchas<sup>1</sup>.

### Aplicaciones médicas de las imágenes hiperespectrales: aspectos generales

Si bien este tipo de información se está evaluando para aplicar en diferentes áreas de la medicina<sup>1</sup>, se ha generado un interés principal en la oftalmología, dado que es una especialidad cuyos diagnósticos dependen en gran parte de la adquisición y del análisis de las imágenes obtenidas<sup>2-3</sup>. Por ejemplo, actualmente se encuentra en desarrollo una innovadora cámara retinal hiperespectral para la detección de múltiples patologías sistémicas. Esto no hace referencia a un nuevo *software* aplicado a una tomografía de coherencia óptica (OCT, por sus siglas en inglés) sino a una nueva cámara instantánea, capaz de identificar múltiples longitudes de onda diferentes (fig. 1)<sup>4</sup>. Se trata de un dispositivo que está en desarrollo por una empresa derivada de la Universidad de Lund, Suecia, llamada Mantis Photonics AB (Lund, Suecia)<sup>4</sup>. Uno de sus fundadores, el ingeniero Denis Hellebuyck, distingue al nuevo dispositivo como portátil, fácil de utilizar, de bajo costo y generador de una imagen hiperespectral de alta calidad (información obtenida de su página web)<sup>5</sup>. Tal como hemos comprobado en publicaciones científicas, el análisis de las imágenes hiperespectrales podrían identificar patologías oculares (glaucoma, degeneración macular relacionada con la edad), cardiovasculares y enfermedades neurodegenerativas como la enfermedad de Alzheimer en estadios precoces de esta anomalía<sup>2-3, 6</sup>. Asimismo, este tipo de tecnología podría ser muy interesante para el seguimiento de los tratamientos o intervenciones destinadas a enlentecer el proceso de envejecimiento celular, aunque para eso hay todavía un largo camino que recorrer.

### Imágenes hiperespectrales en retinopatía diabética y degeneración macular asociada a la edad

Este tipo de dispositivos, desarrollados para tomar imágenes hiperespectrales podrían cuan-

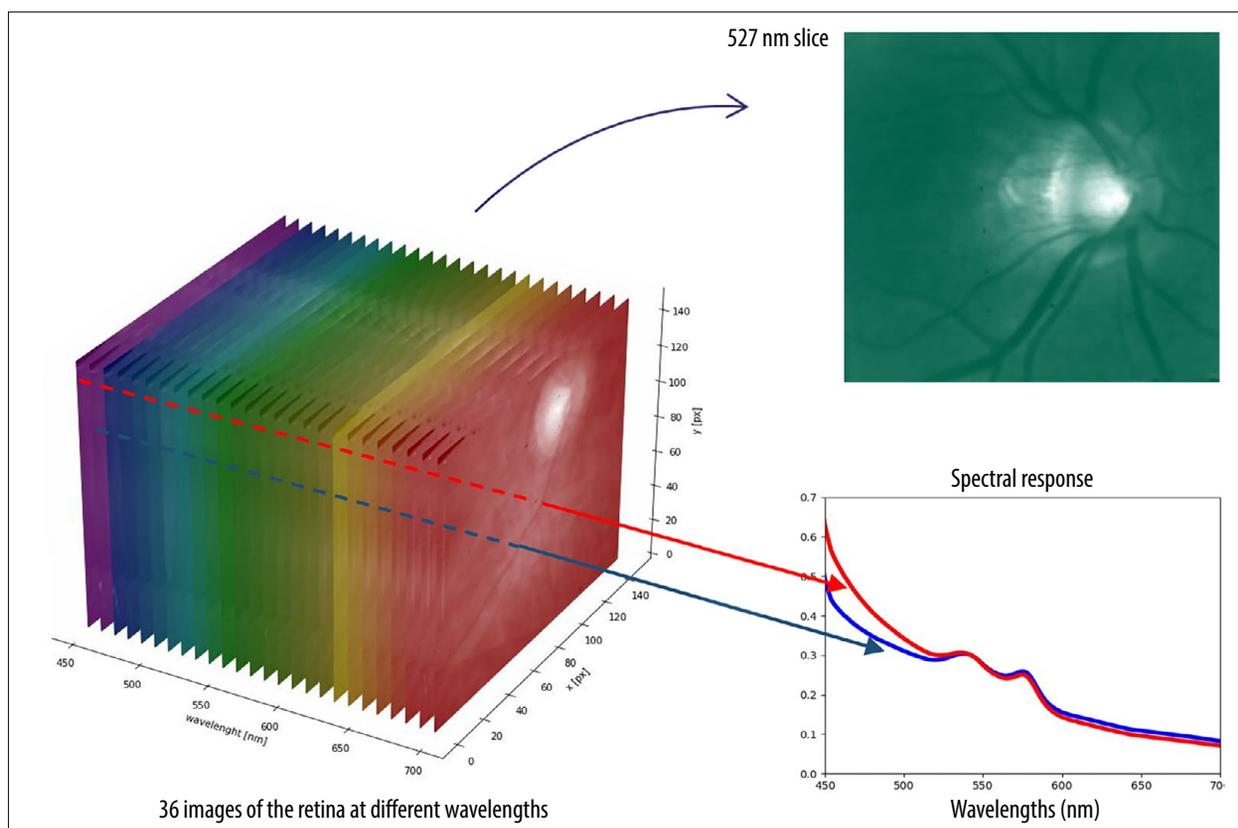


**Figura 1.** Secuencia de 6 imágenes de la papila óptica y un área adyacente con diferentes longitudes de onda, tomadas con una cámara hiperfractal de la empresa Mantis Photonics (imágenes cedidas por Mantis Photonics, Lund, Suecia).

tificar la oxigenación de la retina, por lo que sería posible realizar el seguimiento objetivo de la hipoxia (fig. 2) en pacientes con patologías cardiovasculares y especialmente en personas con retinopatía diabética o con oclusiones vasculares, entre otras alteraciones<sup>2-3</sup>. De hecho, este tipo de tecnología ya está en uso y en evaluación en otra área: para el seguimiento del pie de diabético<sup>7</sup>. Pero también podría medir y analizar el contorno de las drusas maculares para el seguimiento de la degeneración macular relacionada con la edad<sup>3</sup> y realizar la medición del contorno y del tipo de nevus y/o lesiones pigmentadas en el fondo de ojos<sup>6</sup>.

## Imágenes hiperespectrales y Alzheimer

Una de las cualidades más potenciales de esta nueva tecnología se orienta a nivel neurológico: para la detección precoz de la enfermedad de Alzheimer y otras demencias neurodegenerativas, ya que mide cuantitativamente el amiloide y/u otros biomarcadores neurológicos en la retina<sup>8-10</sup>. Se estima que el amiloide estaría presente a este nivel varios años previos a la aparición del trastorno cognitivo del paciente, por lo que incluso se especula que podría establecerse el diagnóstico de 10 a 15 años previos a la aparición de los síntomas clínicos<sup>10</sup>. Pero aunque los avances



**Figura 2.** La imagen 36 longitudes de onda generada con la cámara de Mantis Photonics. El análisis del espectro de densidad óptica permite determinar, entre otras cosas, la oxigenación del tejido retinal (*imagen cedida por Mantis Photonics, Lund, Suecia*).

vertiginosos de la ciencia nos entusiasmen con el futuro cercano, serán necesarios datos científicos confirmatorios que a su vez deberán ser validados en el tiempo.

En conclusión, en un futuro no muy lejano, mediante nuevos dispositivos médicos de uso oftalmológico, se podría aprovechar la información obtenida del análisis detallado de la retina tal como hemos visto particularmente de las imágenes hiperespectrales, que ya son una realidad. A través de estas imágenes se podría obtener información estructural (cuantitativa y cualitativa) y bioquímica funcional, que serían de utilidad para la detección y el tratamiento temprano no sólo de enfermedades oculares, sino también de patologías neurológicas y cardiovasculares. La oftalmología asociada al gran crecimiento científico-tecnológico es cada vez más relevante en el contexto de la salud general y de las patologías vasculares y neurodegenerativas en particular.

## Referencias

1. Selci S. The future of hyperspectral imaging. *J Imaging* 2019; 5: 84.
2. Lemmens S, Van Eijgen J, Van Keer K *et al*. Hyperspectral imaging and the retina: worth the wave? *Transl Vis Sci Technol* 2020; 9: 9.
3. Orellana-Rios J, Yokoyama S, Bhuiyan A *et al*. Translational retinal imaging. *Asia Pac J Ophthalmol (Phila)* 2020; 9: 269-277.
4. Guenot D, Lundh O. Optical spectrometer and method for spectrally resolved two-dimensional imaging of an object (2022). US Patent 17/623,291.
5. Mantis Photonics (Lund, Suecia). *Sitio web*. Disponible en: <https://mantis-photonics.com/>.
6. Williams, Abigail. *Spectral cameras offer window into Alzheimer's*. Cambridge: Imaging and Maching Vision Europe, 2022. Disponible

en: <https://www.imveurope.com/feature/spectral-cameras-offer-window-alzheimer-s>.

7. Lee CJ, Walters E, Kennedy CJ *et al.* Quantitative results of perfusion utilising hyperspectral imaging on non-diabetics and diabetics: a pilot study. *Int Wound J* 2020; 17: 1809-1816.

8. Mirzaei N, Shi H, Oviatt M *et al.* Alzheimer's retinopathy: seeing disease in the eyes. *Front Neurosci* 2020; 14: 921.

9. Gupta VB, Chitranshi N, den Haan J *et al.* Retinal changes in Alzheimer's disease: integrated prospects of imaging, functional and molecular advances. *Prog Retin Eye Res* 2021; 82: 100899.

10. Hussain A, Sheikh Z, Subramanian M. the eye as a diagnostic tool for Alzheimer's disease. *Life (Basel)* 2023; 13: 726.